Stach J. The Apterygotan fauna of Poland in relation to the world-fauna of this group of insects. (Tribe Orchesellini) // Ibid.— 1960.— T. 8.— 151 p.
Stach J. The Apterygotan fauna of Poland in relation to the world-fauna of this group of insects. (Tribe Entomobryini) // Ibid.— 1963.— T. 9.— 126 p.
Tarastchuk M.V. Seasonal numbers and vertical distribution dynamics in springtails (Collembola, Apterygota) // Soil fauna and soil fertility. Proc. of the 9th Intern.Colloq. soil zoology.— Moscow: Nauka, 1987.— P. 766—769.
Tarashchuk M.V., Malienko A.M. Effect of type of soil tillage on the collembolan population // Eurasian Soil Sci.— 1992.— 24/7.— P. 84—93.

УДК 595.713:591.5(477.62)

Л. А. Тимошенко

ФОРМИРОВАНИЕ ВИДОВЫХ ГРУППИРОВОК НОГОХВОСТОК (COLLEMBOLA, ENTOGNATHA) НА ПОРОДНЫХ ОТВАЛАХ УГОЛЬНЫХ ШАХТ ДОНБАССА

Формування видових угруповань ногохвісток (Collembola, Entognatha) на породних відвалах вугільних шахт Донбасу. Тимошенко Л. А.— Результати порівняльного вивчення екологічних комплексів ногохвісток на різних позиціях рельєфу відвалів породи вугільних шахт. Виявлено 24 види колембол. Найбільшою загальною чисельністю, видовим та біоморфним розмаїттям характеризуються комплекси елювіальної та алювіальних позицій відвалу шахти ім. Кучерова (Донецьк, Пролетарський р-н). На всіх заселених позиціях відвалів були представлені нижньопідстилочні геміедафобіонти, які зберігали високу частку в спектрі життєвих форм. Серед характерних особливостей формування угруповань колембол на відвалах відмічені: відносна убогість видового складу при високому ступені домінування, низька чисельність на ранніх етапах заселення, зміна спектру життєвих форм в ході сукцесії заселення від верхньопідстилочних до нижньопідстилочних та грунтових форм.

К л ю ч о в і с л о в а: ногохвістки, угруповання, вугільні шахти, відвали порід, Донбас, Україна.

The Collembolan species Assemblages Formation (Collembola, Ectognatha) on Coal Mine Rock Dumps of the Donetsk Basin. Tymoshenko L. A.— A comparative study of the springtail ecological assemblages at different relief positions of coal mine rock dumps. 24 springtail species have been found. Eluvial and alluvial dump position assemblages of the Kucherov mine (Donetsk, Proletarsky district) are found to be characteristic with maximal population, species and biomorph diversity. Bottom-litter hemiedaphic forms were present at the every colonized dump positions and kept a high ratio in the life forms spectrum. Among characteristic peculiarities of the springtail assemblages formation the following are pointed out: relatively poor species abundance at high dominance degree, low density at the early colonization stage, change in life forms spectrum during colonization succession from top-litter to bottom-litter and edaphic forms.

K e y w o r d s: Collembola, assemblages, coal mines, rock dumps, Donbass, Ukraine.

Ногохвостки являются пионерной группой членистоногих (наряду с клещами), заселяющими новообразования рельефа, в том числе вызванные деятельностью человека (Dunger, 1969). Эта группа играет важную роль в разложении органических остатков и регуляции деятельности бактериальной и грибной флоры на начальных этапах формирования почв на отвалах породы угольных шахт (Бабенко, 1980).

Развитие горнодобывающей промышленности в Донбассе привело к возникновению больших площадей, занятых отвалами породы угольных шахт и обогатительных фабрик. При формировании отвалов на поверхность выносятся глубинные породы, лишенные гумусного слоя, растительности и животного населения. Процессы восстановления сообществ организмов во вновь образованных экосистемах протекают крайне медленно, особенно на токсичных породах. Минеральный состав породы отвалов представлен смесью обломков глинистых сланцев и песчаников нижнего карбона. Здесь содержится значительное количество горючих веществ (в среднем 34%). Горение отдельных отвалов может продолжаться до 50 лет после окончания отсыпки (Кондратюк и др., 1980).

Данное исследование представляет собой попытку проанализировать процесс формирования почвенного населения коллембол на породных отвалах угольных шахт Донбасса в ходе протекающих здесь восстановительных сукцессий. Работа проводилась в июне—июле 1993 г. на породных отвалах, расположенных в черте г. Донецка. Для исследования были выбраны отвалы, по эдафическим условиям и развитию растительности находящиеся на разных этапах восстановительной сукцессии.

Первый из обследованных отвалов — породный отвал шахты им.Кучерова, расположенный в Пролетарском районе г. Донецка (отвал I). Его формирование завершено в 1957 г. (на момент исследования возраст отвала — 36 лет). Высота отвала 42 м, крутизна склонов 27°, общее проективное покрытие достигает 80%. Состояние эдафотопа и растительности характеризуется как стадия массового поселения растений с преобладанием биологического выветривания (Мониторинг, 1992). Растительные группировки отличаются высокой степенью сформированнности. Они обычно двухъярусные, а на северном склоне трехъярусные за счет появления слоя мохообразных. Большие одновидовые заросли образуют полынь горькая, донник желтый и тысячелистник паннонский. Северный и западный склоны заняты посадками белой акации.

Отвал шахты 3/18 в Петровском районе г. Донецка (отвал II) сформирован в 1958 и переформирован в 1978 г. Высота отвала 60 м, крутизна склонов 25—35°. До настоящего времени здесь сохранились очаги разогретой породы, склоны подвержены сильной ручейко-

Таблица 1. Распределение видов коллембол на различных рельефных позициях отвалов угольных шахт* (июнь 1993 г.)

Table 1. Collembolan species distribution on different relief positions of the coal mine rock dumps (June 1993)

Вид	Позиция отвалов									
	шахта им.Кучерова					шахта 3/18				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Pseudosinella octopunctata Born	+	+	+	+	+	+	—	—	+	+
Isotoma viridis Bourlet	+	+	+	+	+	+	—	—	—	—
Mesaphorura macrochaeta Rusek	+	—	+	—	+	—	—	—	—	—
Axenyllodes bajeri (Kseneman)	+	—	—	+	+	—	—	—	—	—
Sminthurinus elegans (Fitch)	+	—	+	—	+	—	—	—	—	—
Deuterosminthurus pallipes Bourl.	+	—	—	+	+	—	—	—	—	—
Isotoma notabilis Schaffer	+	—	—	—	+	—	—	—	—	—
Folsomides parvulus Stach	+	—	—	—	+	—	—	—	—	+
Schoettella ununguiculata Tullb.	—	+	+	—	—	—	—	—	—	—
Isotomodes productus (Axelson)	+	—	—	—	+	—	—	—	—	—
Protaphorura armata Tullb.	—	—	—	—	+	+	—	—	+	+
Willemia scandinavica Stach	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sphaeridia pumilis Krausbauer	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sminthurinus niger (Lubbock)	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Pseudosinella sexoculata Schott	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—
Mesaphorura josii Rusek	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Micranurida pygmaea Born	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—
Entomobrya nivalis L.	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Entomobrya atrocincta Schott.	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Cyphoda sp.	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Folsomides marchicus (Frenzel)	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—
F. angularis s. l. (Axelson)	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—
Mackenziella psocoides Hammer	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—
Orchesella cincta L.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+
Всего:	15	4	6	4	14	2	—	—	2	4

Примечание: 1 — элювиальная позиция, 2 — транзитная позиция северного склона, 3 — транзитная позиция южного склона, 4 — аккумулятивная позиция северного склона, 5 — аккумулятивная позиция южного склона; + — наличие вида, — — отсутствие вида.

вой эрозии. Склон северной экспозиции по состоянию эдафотопа относится к пассивной стадии окисления, общее проективное покрытие не превышает 3%. Здесь единично произрастает горец птичий, резеда желтая. На южном склоне общее проективное покрытие составляет 15%. Произрастание растений куртинное. Состояние эдафотопа склона характеризуется как стадия вымывания (Кондратюк и др., 1980). В составе пионерных растительных группировок, формирующихся на отвале, преобладают сорно-рудеральные виды (Мониторинг, 1992).

На каждом отвале почвенные образцы отбирали в 5 участках катены: на вершине (элювиальная позиция — Э), на северном и южном склонах (транзитные позиции — Т) и у основания обоих склонов (аккумулятивные позиции — А). Отбор образцов производили круглым металлическим буром площадью 20 см^2 до глубины 10 см, при этом каждый образец делили на два слоя: 0—5, 5—10 см. Повторность отбора 10-кратная. Образцы подвергали эклектированию в воронках Тульгрена. Всего обработано около 400 образцов.

Изготовленные в жидкости Фора-Берлезе тотальные препараты ногохвосток микроскопировали с применением иммерсионной оптики и идентифицировали при помощи определителей (Мартынова, 1964; Определитель, 1988; Gisin, 1960).

Полученные данные позволили выявить основные черты формирования комплекса коллембол в ходе восстановительных сукцессий на породных отвалах угольных шахт. На двух отвалах было обнаружено 24 вида ногохвосток. 23 вида зафиксировано на отвале I; 5 видов — на отвале II. Видовое разнообразие группировок коллембол, формирующихся на породных отвалах, находится в зависимости от положения участка на катене, стадии развития эдафотопа и растительности (табл. 1).

Сопоставление данных общей численности коллембол и их видового разнообразия на различных склонах и горизонтах отвалов продемонстрировало связь этих показателей. Минимум численности и видового разнообразия отмечен на транзитных позициях отвалов обоих типов (на отвале I — 3000 экз/м^2, 4—6 видов, на отвале II — не обнаружено). Это связано, по-видимому, с неустойчивостью склоновых поверхностей из-за интенсивного стока осадков и выветривания. На вершинах отвалов (Э) численность и разнообразие коллембол достоверно выше и достигает 7000 экз/м^2, 15 видов на отвале I и 800 экз/м^2, 2 вида на отвале II. Очевидно, на вершинах отвалов имеет место некоторая стабилизация эдафических условий, связанная с большей устойчивостью поверхности по сравнению с транзитом. Максимальная численность коллембол отмечается в аллювиальных позициях, в особенности у оснований хвостовых (самых старых) частей отвалов. Так, например, у

Таблица 2. Жизненные формы коллембол породного отвала шахты им. Кучерова (Донецк, июнь 1993 г.)

Table 2. Collembolan life forms of the Kucherov coal mine rock dump (Donetsk, June 1993)

Группы жизненных форм	Жизненные формы	Позиции и склоны отвала										Суммарно по отвалу	
		1		2		3		4		5			
		число видов	%	число видов	%	число видов	%	число видов	%	число видов	%	число видов	%
Поверхностные	Антимобионтная	3	20	—	—	—	—	1	25	1	7	3	13
	Верхнеподстилочная	3	20	3	75	3	50	1	25	2	14	6	26
Полупочвенны	Нижнеподстилочная	3	20	1	25	2	33	2	50	5	36	5	22
	Подстилочно-почвенная	1	6.5	—	—	—	—	—	—	2	14	2	8.5
Почвенные	Верхнепочвенная	1	6.5	—	—	—	—	—	—	1	7	2	8.5
	Нижнепочвенная	4	27	—	—	1	17	—	—	3	22	5	22
Всего:		15	100	4	100	5	100	4	100	14	100	23	100

Примечание: условные обозначения как в табл. 1

основания хвостовой части отвала I численность коллембол достигла 8000 экз/м^2 (14 видов), приближаясь к показателю численности в зональных почвах (по данным А.А.Прокопенко (1987) — 11800 экз/м^2). Интересно, что на А-позициях северного и южного склонов обоих отвалов численность ногохвосток значительно отличается. На А-позиции южного склона отвала I она составляет 5500 экз/м^2 (14 видов), отвала II — 4500 (4 вида); на А северного склона отвала I — 3500 (4 вида), отвала II — 1000 экз/м^2 (2 вида).

К моменту исследований условия, пригодные для обитания коллембол, сформировались лишь на отдельных участках отвалов. Только на Э и А-позициях отвала I были обнаружены представители 6 жизненных форм ногохвосток по классификации С.К.Стебаевой (1970) (табл. 2). На остальных участках этого отвала набор биоморф ограничивается 2—3 формами. Необходимо отметить присутствие представителей верхнеподстилочной и нижнеподстилочной жизненных форм на всех участках отвала, причем их доля в спектре жизненных форм остается постоянно высокой. Гемиэдафобионты представлены в основном нижнеподстилочными видами *Isotoma notabilis, Pseudosinella octopunctata, P. sexoculata*; доля подстилочно-почвенных видов невысока.

Как отмечалось ранее для сообществ ногохвосток на породных отвалах степной зоны Сибири (Стебаева, 1987), на начальных этапах сукцессии также не было обнаружено подстилочно-почвенных форм. Доминирующее положение представителей поверхностных и верхнеподстилочных форм ногохвосток отмечалось также на отвалах открытых горных разработок в Тульской обл. (Бабенко, 1980).

Преобладание нижнеподстилочных гемиэдафобионтов на отвалах можно объяснить их резистентностью к иссушению и перегреванию грунтов отвалов.

Доминирующим видом на обоих обследованных отвалах является *Pseudosinella octopunctata*. Доля обилия его в группировке коллембол отвала I была весьма высокой и изменялась в зависимости от позиционных и склоновых показателей. Наиболее высокой (79%) доля доминирующего вида была на южной экспозиции хвостовой части отвала. Высокий показатель процентного обилия *P. octopunctata* (49%) отмечен также для Э-позиции. На северном склоне Т-позиции степень доминирования достигла 33%, на южном Т — 41; северная экспозиция хвостовой части характеризовалась 34%-ным доминированием *P. octopunctata*. Этот вид отмечался ранее как доминирующий в пионерных группировках коллембол на молодых и средневозрастных отвалах в Кузбассе и на КАТЭКе (Стебаева, 1987).

С увеличением возраста отвалов возрастает процент типично почвенных форм (Стебаева, 1987).

Несмотря на чувствительность к сухости и перегреву, на Э и А-позициях обследованных отвалов также высока доля эуэдафобионтов (для I отвала — 33,5 и 29% соответственно). Этот факт свидетельствует о переходе восстановительной сукцессии на этих позициях рельефа к более позднему этапу, характеризующемуся щадящим гидротермическим режимом.

В ходе изучения группировок коллембол на породных отвалах угольных шахт, находящихся на разных этапах сукцессии, нами выделены характерные особенности этого процесса:

— сообщества ногохвосток, формирующиеся на отвалах, обладают общими чертами сообществ нарушенных территорий, что выражается в относительной бедности видового состава при высокой степени доминирования отдельных видов;

— спектр жизненных форм коллембол в ходе восстановительной сукцессии изменяется от верхнеподстилочных форм к нижнеподстилочным, что напоминает начальные этапы сукцессии разложения (Чернова, 1977). В дальнейшем появляются почвенные формы, подстилочно-почвенные формы отмечаются лишь на поздних этапах сукцессии;

— численность ногохвосток на отвалах невысока, и только на самых поздних этапах освоения отвалов этот показатель приближается к уровню зональных сообществ.

Таким образом, особенности формирования группировок коллембол на породных отвалах угольных шахт Донбасса могут служить индикатором протекающих здесь процессов почвообразования.

Бабенко Ф. Б. Некоторые закономерности формирования комплекса почвенных микроартропод на отвалах отктытых горных разработок // Зоол. журн.— 1980.— **59**, вып.1.— С. 43—54.
Мартынова Е. Ф. Отряд Podura (Collembola) — ногохвостки, или подуры // Определитель насекомых Европейской части СССР. — М.; Л.: Наука, 1964. — Т. 1.— С. 42—101.
Мониторинг антропогенной сукцессии на породных отвалах угольных шахт и разработка концепции их фитооптимизации (Отчет Донецк. ботан. сада за 1992 г.).— ГР 12187. — Донецк, 1992. — 116 с.
Определитель коллембол фауны СССР. Общая часть, определительные таблицы семейств и родов / Под ред. Н.М.Черновой, Б.Р.Стригановой.— М.: Наука, 1988. — 214 с.
Прокопенко А. А. К фауне коллембол Левобережной Украины // Биол. науки.— 1987.— N 1.— С. 38—42.
Кондратюк Е. Н., Тарабрин В.П., Бакланов В.И., Бурда Р.И., Хархота А.И. Промышленная ботаника. — Киев : Наук. думка, 1980. — 260 с.
Стебаева С. К. Жизненные формы ногохвосток (Collembola) // Зоол. журн.— 1970.— **49**, вып. 10.— С. 1437—1455.
Стебаева С.К. Структура сообществ коллембол при разных типах рекультивации в Кузбассе и на КАТЭКе // Почв. фауна и почв. плодородие. Тр. 9 Междунар. коллок. по почв.зоол. — М.: Наука, 1987. — С. 710—713.
Чернова Н.М. Экологические сукцессии при разложении растительных остатков.— М.: Наука, 1977.— 200 с.
Gisin H. Collembolenfauna Europas. — Geneve: Mus. Histoire Nat., 1960.— 312 p.
Dunger W. Uber den Anteil der Arthropoden an der Umsetzung des Bestandesabfalles in Anfangs-Bodenbildunger // Pedobiologia. — 1969.— 9, 5/6. — S. 366—371.

Донецкий университ
(340000 Донецк)

Получено 29.08.94

УДК 591.171:595.754:595.76

Л.И.Францевич, П.А.Мокрушов, И.Д.Шумакова, Д.В.Гладун

КИНЕМАТИКА ХОДЬБЫ НАСЕКОМЫХ ПО УЗКИМ ОПОРАМ

Кінематика ходіння комах по вузьких опорах. Францевич Л. І., Мокрушов П. А., Шумакова І. Д., Гладун Д. В. — Порівнювали кінематику ходіння по площині та по вузьких опорах (стебельця і т.п.) у двох видів клопів, двох видів жуків і паличника. На фото і відеозаписах вимірювали положення кінця ноги у системі координат, пов'язаній з тілом. Значення суглобових кутів вираховували з допомогою тривимірної моделі тіла. Пристосування пози до звуженої опори досягалося шляхом опускання стегон і згинання гомілок.

Ключові слова: комахи, ходіння, кінематика, субстрат.